

明 紹 書

多層配線基板を形成するための配線基板部材、その製造方法および多層配線基板

技術分野

- [0001] 本発明は、多層配線基板を形成するための配線基板部材、その製造方法、および、その配線基板部材を用いて形成された多層配線基板に関する。

背景技術

- [0002] 配線基板を高集積化するためには、配線基板に形成する配線回路を微細化し、このような配線基板を多層化し、さらに上下の配線間の接続を高信頼度で微細に形成する必要がある。このような多層配線基板を製造する方法としては、所謂、ビルドアップ工法が知られている。この工法では、予め配線パターンを形成した素材を一括積層で一体化し、ドリル等による貫通孔加工で層間の接続を取ったプリント配線基板(コア基板)を作製する。そして、コア基板上に絶縁層と配線層とを交互に形成することで微細な配線を実現する。

- [0003] しかしながら、ビルドアップ工法は、工数が多くなり、生産コストが高くなるという問題を有している。また、コア基板の作製方法である貼り合わせ工法では、ドリルによる貫通孔の径を小さくすることが困難である。また、貫通孔が配線の障害となるために配線を迂回させなければならず、配線の高密度化が妨げられるという問題がある。

- [0004] このような問題を解決するための1つの手段として、特開2002-359471号公報に記載された多層配線基板の製造方法がある。その方法では、まずバンプ形成用金属層にエッチングストップ層を介して配線膜形成用の金属層または配線膜を形成した多層金属板を複数枚、用意する。そして、第1の多層金属板のバンプ形成用金属層をパターニングしてバンプを形成し、このバンプの形成面にバンプの頂部のみが露出するように絶縁層を形成する。その後、この第1の多層金属板のバンプと第2の多層金属板の配線層とが対向するように、第1の多層金属板と第2の多層金属板とを積層する。次いで、第2の多層金属板のバンプ形成用金属層をパターニングしてバンプを形成し、このバンプの形成面にバンプの頂部のみが露出するように絶縁層を形

成する。その後、第2の多層金属板のバンプと第3の多層金属板の配線層とが対向するように、第2の多層金属板と第3の多層金属板とを積層する。以上のような工程を繰り返すことによって、多層配線基板が製造される。

- [0005] しかし、この多層配線基板の製造方法においては、多層金属板にバンプを形成する工程をエッチング処理によって行っている。このため、バンプの形状精度を高めることが困難であり、また、個々のバンプで形状のばらつきが生じやすいという問題がある。また、微細なバンプを形成することが困難であり、このために配線の微細化と高密度化が難しいという問題がある。

発明の開示

- [0006] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、位置精度と形状精度に優れたバンプ部を備え、配線の微細化と高密度化を可能とする多層配線基板を形成することのできる配線基板部材を提供することを目的とする。
- [0007] また、本発明は、そのような配線基板部材を安価に製造できるような製造方法、並びに、そのような配線基板部材を用いて形成された多層配線基板を提供することを目的とする。
- [0008] 本発明によれば、多層配線基板を形成するための配線基板部材であって、厚さ方向に貫通する孔部を有する絶縁層と、この絶縁層に接合された導体層と、を備え、前記導体層は、前記絶縁層の孔部を充填するビア部と、前記絶縁層の一方の表面上に設けられ、前記ビア部と一体的に接続された底面を有する略四角錐状ないし略四角錐台状の形状をなしたバンプ部と、前記絶縁層のもう一方の表面上に設けられ、前記ビア部と一体的に接続された、一定のパターンを有する配線部と、を有する、ことを特徴とする配線基板部材が提供される。
- [0009] この配線基板部材は、バンプ部の位置精度と形状精度に優れている。そして、この配線基板部材を用いることで、配線の微細化と高密度化を可能とする多層配線基板を形成することができる。
- [0010] また本発明によれば、このような多層配線基板を形成するための配線基板部材の製造方法が提供される。すなわち、多層配線基板を形成するための配線基板部材を製造する方法であって、主面が(100)面であるシリコン基板の表面に、一定の開口

ノパターンを有するマスクを形成する工程と、前記マスクを介して前記シリコン基板を薬液によって結晶異方性エッチングし、前記シリコン基板の表面に略四角錐状ないし略四角錐台状の凹部を形成する工程と、前記シリコン基板の表面から前記マスクを除去する工程と、前記シリコン基板の前記凹部が形成されている部分を除いたの表面上に絶縁層を形成する工程と、前記絶縁層の形成された前記シリコン基板の表面上に、前記絶縁層を覆い、かつ、前記凹部を充填するように導体層を形成する工程と、前記絶縁層および前記導体層を前記シリコン基板から分離し、前記絶縁層と前記導体層とからなる前記配線基板部材を得る工程と、を備えた、ことを特徴とする製造方法が提供される。

- [0011] この製造方法によれば、凹部が形成されたシリコン基板を型として用いることによって、位置精度と形状精度に優れたバンプ部を備えた配線基板部材を、安価に再現性よく製造することができる。また、バンプ部の微細化が容易であり、これによって配線の微細化と高密度化を実現することができる。さらに、最初の配線基板部材の製造に用いたシリコン基板を再利用して、再び、同等の配線基板部材を製造することができるため、生産性も高い。
- [0012] 本発明によれば、このような配線基板部材を用いて製造された多層配線基板が提供される。すなわち、配線基板部材を用いて形成された多層配線基板であって、前記配線基板部材は、厚さ方向に貫通する孔部を有する絶縁層と、この絶縁層に接合された導体層と、を備え、前記導体層は、前記絶縁層の孔部を充填するビア部と、前記絶縁層の一方の表面上に設けられ、前記ビア部と一体的に接続された底面を有する略四角錐状ないし略四角錐台状の形状をなしたバンプ部と、前記絶縁層のもう一方の表面上に設けられ、前記ビア部と一体的に接続された、一定のパターンを有する配線部と、を有する、ことを特徴とする多層配線基板が提供される。
- [0013] この多層配線基板は、上述するように位置精度と形状精度に優れたバンプ部を備えた配線基板部材を用いることにより、多層化の処理を容易に行って製造することができる。これにより、集積度の高い多層配線基板を低コストで提供することができる。
- [0014] なお、本発明に係る配線基板部材は、バンプ部が略四角錐状または略四角錐台状の先細り形状を有しているため、より幅の狭い配線部に対して接続することができ

る。これにより配線パターンを微細化、高集積化することができる。また、バンプ部先端の面積が小さくなることで、配線基板部材を用いて多層配線基板を形成する際の熱プレスによる圧力を低減し、形成される多層配線基板へのダメージを軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]は、本発明に係る、多層配線基板を形成するための配線基板部材の概略断面図である。

[図2]は、図1に示した配線基板部材の製造方法を示すフローチャートである。

[図3]は、図2に示した配線基板部材の製造方法を(a)～(h)の工程順に示す概略断面図である。

[図4]は、図2に示した配線基板部材の製造方法を(i)～(n)の工程順に示す概略断面図である。

[図5]は、図3(e)に示した凹部に代わる別の形状の凹部を示す概略断面図である。

[図6]は、図5に示した凹部に対応して形成された、配線基板部材のもう1つの形態を示す概略断面図である。

[図7]は、本発明に係る配線基板部材を用いて多層配線基板を製造する方法を、(a)～(e)の工程順に示す概略断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

図1には、本発明による多層配線基板を形成するための配線基板部材の実施形態が示されている。図1に示す配線基板部材10は、厚さ方向に貫通する孔部11aを所定位置に有する絶縁層11と、この絶縁層11に接合された導体層としての金属層12とを備えている。金属層12は、絶縁層11の孔部11aを充填するビア部12bと、このビア部12bと一体的に接続されたバンプ部12aおよび配線部12cとを有している。バンプ部は、絶縁層11の一方の表面上に設けられ、ビア部12bと一体的に接続された底面を有する略四角錐台状の形状をなしている。配線部12cは、絶縁層11のもう一方の表面(対向面)上に設けられ、一定の回路パターンを有している。孔部11aの開口形状は略正方形とすることが好ましい。

- [0017] 次に、本発明による配線基板部材の製造方法の実施形態として、図1に示した配線基板部材10の製造方法を、図3および図4を参照しつつ図2のフローチャートに沿って説明する。
- [0018] 最初に、図3(a)に示すように、正面がミラー指数(100)面であるシリコン基板21(図3において「Si-sub」と記す)を用意する。そして、そのシリコン基板21の正面である表面に、後にマスクとして使用される金属膜22(以下、「金属マスク22」と記す)を形成する(図2のステップ1)。後述するように、金属マスク22の材料としては、後にシリコン基板21の結晶異方性エッチングを行う際に用いられる薬液で溶解しない材料を選択する必要がある。
- [0019] 次に、図3(b)に示すように、フォトリソグラフィー技術を用いて、金属マスク22の表面にレジスト膜23を、例えばスピンドルコート法により形成する。また、このレジスト膜23を、所定のパターンで露光・現像し、必要な熱処理等を行うことによってパターニングする(ステップ2)。このレジスト膜23に形成するパターンは、所定の位置に略正方形の孔が形成されるように行われる。続いて、図3(c)に示すように、パターニングされたレジスト膜23をエッチングマスクとして金属マスク22をエッチングし、金属マスク22をパターニングする(ステップ3)。さらに、図3(d)に示すように、レジスト膜23をシリコン基板21から、例えば、アシングや薬液処理によって除去する(ステップ4)。
- [0020] 次いで、図3(e)に示すように、パターニングされた金属マスク22を介して、薬液(エッチャント)によるシリコン基板21のエッチング処理を行う(ステップ5)。エッチャントには、水酸化カリウム(KOH)水溶液、エチレンジアミン・ピロカテコール(EDP)水溶液、テトラメチル水酸化アンモニウム(TMAH)水溶液が好適に用いられる。ステップ5のエッチング処理は、シリコン基板21の結晶構造に依存して、略四角錐状の凹部が形成されて行くような結晶異方性エッチングとして進行する。このようなエッチングを所定時間行うことで、シリコン基板21に略四角錐台状の凹部24が形成される。凹部24の側面がシリコン基板21の(100)面となす角度は約54.7度である。
- [0021] なお、このステップ5の処理で用いるエッチャントに対して、金属マスク22が耐性を有していることが必要である。エッチャントとして水酸化カリウム(KOH)水溶液を用いる場合には、金属マスク22にはPt/Tiが好適に用いられる。また、エチレンジアミン・

ピロカテコール(EDP)水溶液を用いる場合には、金属マスク22にはTi、TiN、TiN／Ti、Cr、Ta、Nb、Zr、Pt／Ti、Pt／Cr、Au／Ti、Au／Crが好適に用いられる。さらに、テトラメチル水酸化アンモニウム(TMAH)水溶液を用いる場合には、金属マスク22として、Cr、Mo、Zr、TiN／Ti、Ni／Cr、Pt／Cr、Au／Crが好適に用いられる。

- [0022] シリコン基板21に凹部24が形成されたら、図3(f)に示されるように、エッチング処理によって金属マスク22をシリコン基板21から除去する(ステップ6)。その後、図3(g)に示すように、凹部24の表面を含むシリコン基板21の表面に、スパッタ法等によって所定の薬液に溶解する金属薄膜からなる分離層25を形成する(ステップ7)。この分離層25は、後にシリコン基板21上に形成される絶縁層11および金属層12を一体的にシリコン基板21から剥離する処理を容易ならしめるためのものである。
- [0023] 次に、図3(h)に示すように分離層25上に絶縁層11を形成した後、図4(i)に示すように絶縁層11をパターニングする(ステップ8)。このパターニングは、シリコン基板21の凹部24が形成されている部分を除いた表面上における分離層25上にだけ絶縁層11が残るように行われる。換言すれば、絶縁層11のうちシリコン基板21の凹部24上に対応する部分が取り除かれて、絶縁層11に凹部24に対応した孔部11aが形成されるように行われる。そのようなパターニングは、例えば、レジスト膜で絶縁層11を形成しておき、そのレジスト膜のうち孔部11aを形成する部分を露光、現像して除去することによって行うことができる。
- [0024] 次いで、図4(j)に示されるように、絶縁層11上に金属層12を、凹部24および孔部11aが充填されるように、例えば、メッキ法により形成する(ステップ9)。この金属層12の材料としては銅または銅合金が好適に用いられる。なお、メッキ法により金属層12を形成する場合には、メッキ処理に先立って、絶縁層11の表面をアシングにより粗し、かつ、シード層をスパッタ法等により形成しておく。こうして形成された金属層12は、(分離層25を介して)凹部24を充填する略四角錐台状のバンプ部12aと、孔部11aを充填するビア部12bと、後に所定のパターンに形成される配線部12cとが一体となった構造を有している。
- [0025] 続いて、図4(k)に示されるように、フォトリソグラフィー技術を用いて金属層12の表

面にさらにレジスト膜26を形成する。そして、このレジスト膜26を所定のパターンで露光、現像してパターニングする(ステップ10)。次に、図4(l)に示されるように、パターニングされたレジスト膜26をマスクとして用いて、金属層12をエッチングする(ステップ11)。これにより金属層12の配線部12cが所定の配線パターンを形成するようになる。

- [0026] 次に、図4(m)に示されるように、レジスト膜26を金属層12上から、例えば、アシングや薬液処理によって除去する(ステップ12)。このとき、レジスト膜でもある絶縁層11がレジスト膜26と一緒に除去されないように、絶縁層11およびレジスト膜26の材質と、レジスト膜26の除去方法とを定める必要がある。この時点で、図1に示した配線基板部材10が分離層25を介してシリコン基板21上に形成されている状態となる。次に、図4(n)に示されるように、分離層25をウエットエッチングによってシリコン基板21から除去する(ステップ13)。これによって、絶縁層11および金属層12をシリコン基板21から一体的に分離させて、図1に示した絶縁層11と金属層12とからなる配線基板部材10を得ることができる。
- [0027] ところで、上述した結晶異方性エッチング処理(ステップ5)において処理時間をより長くすることによって、図5に示すように、シリコン基板21に略四角錐状の凹部24'を形成することもできる。この凹部24'を有するシリコン基板21を用いてステップ6以降の処理を行うことにより、図6に示すような略四角錐形状のバンプ部12a'を有する金属層12'を備えた配線基板部材10'を製造することができる。なお、凹部24'の深さは孔部11aの大きさ(辺の長さ)によって決まる。この配線基板部材10'は、図1に示した配線基板部材10と同様に使用することができる。
- [0028] 以上のような配線基板部材の製造方法によれば、フォトリソグラフィー技術の位置決め精度と同等の精度でバンプ部12aを形成することができる。このため、5~10 μm程度の寸法を有する微細なターンの配線部12cに対応した、微細なバンプ部12aの形成を容易に実現することができる。また、シリコン基板21の結晶異方性エッチングを利用することによって、バンプ部12aの形状を一定に制御することができる。つまり、位置精度と形状精度に優れたバンプ部12aを形成することができる。さらに、結晶異方性エッチング処理の時間によってバンプ部12aの高さを調節することにより、バ

ンプ部12aの先端部の面積(四角錐台の先端側の底面積)を調節することができる。つまり、バンプ部12aの先端部と接続される配線の幅が狭くても、その配線に対応させたバンプ部12aを形成することができる。これにより配線パターンを微細化し、また高集積化することができる。さらにまた、凹部24が形成されたシリコン基板21(図3(f))は、他の配線基板部材10を製造するために再利用することができる。

- [0029] 次に、図7を参照して、上述した製造方法で得られる3つの配線基板部材10a～10cを用いた多層配線基板40の製造方法について説明する。まず、配線基板部材10a～10cの他に、Cu／PIシート(配線シート)31を準備する。このCu／PIシート31は、平坦な絶縁膜であるポリイミド(PI)シート32と、このPIシート32上に形成された配線パターンを構成する銅配線33とからなっている。
- [0030] 次に、図7(a)に示すように、Cu／PIシート31の銅配線33と、配線基板部材10aのバンプ部とが対面するように、Cu／PIシート31と配線基板部材10aとを重ねる。そして、これらを熱プレスすることにより、図7(b)に示すように、Cu／PIシート31と配線基板部材10aとの積層体である多層配線基板40aが得られる。配線基板部材10aのバンプ部は先細り形状を有しているので、バンプ部とCu／PIシート31の銅配線33との接続は、熱プレス時の圧力を比較的小さくして行うことができる。このため、配線基板部材10aとCu／PIシート31へのダメージが低減される。また、熱プレスの際、バンプ部は銅配線33の中にめり込みつつ、潰れてしまうことになる。
- [0031] 次に、図7(c)に示すように、多層配線基板40aからPIシート32を剥離する。その後、図7(d)に示すように、多層配線基板40aに対して、配線基板部材10bをそのバンプ部が銅配線33側を向くように、また配線基板部材10cをそのバンプ部が配線基板部材10aの配線部を向くようにして重ねる。そして、これらを熱プレスすることにより、図7(e)に示すように、多層配線基板40aと配線基板部材10bおよび10cとが積層化された多層配線基板40が得られる。
- [0032] なお、以上のような多層配線基板40aから多層配線基板40を作製した工程を繰り返すことによって、つまり多層配線基板40の表面にさらに別の配線基板部材を積層することによって、さらに多層化された多層配線基板を得ることができる。また、図7では、配線基板部材10bおよび10cが予め一定のパターンに形成された配線部を有し

ている場合を示したが、配線基板部材10bおよび10cの配線部のパターン形成は、多層配線基板40を作製した後に行ってもよい。例えば、多層配線基板40の表裏面に対して、マスクの形成、エッチング、マスクの除去、という一連の処理を行うことによって配線基板部材10bおよび10cの配線部のパターンを形成してもよい。

- [0033] 以上のようにして、本発明に係る配線基板部材を用いて多層配線基板を製造することにより、微細な配線パターンを有する多層配線基板を歩留まりよく製造することができる。ところで、多層配線基板を製造する方法としてはハンダボールを使用する方法が知られている。その場合には、ハンダボールの溶融を考慮する必要性から、ハンダボールを配置する配線領域をハンダボールの直径よりも広くする必要がある。このために、配線の高集積化が困難となっている。これに対して、本発明に係る配線基板部材を用いて多層配線基板を製造する場合には、バンプ部の先端が先細りであるために、バンプ部と接続される配線部の領域を狭くして、配線の集積度を高めることができる。さらにハンダボールは銅に対しては異種金属であるため、デバイスの高速化には適していない。これに対して、本発明によれば、接合部をCu—Cu接合として同種金属同士で接合することができる。
- [0034] さらに、図7(e)に示す多層配線基板40の左側の配線部分に示されるように、多層配線基板40の表面と裏面との間を貫通するような配線を銅のバルクで形成することが容易である。また、一部の層同士の間での銅または銅合金のバルクによる配線も容易に形成することができる。ところで、従来は、多層配線基板の表面と裏面を貫通する配線の形成方法として、多層配線基板に貫通孔を形成してその内面をメッキ処理する方法が知られている。このような貫通孔は他の配線に迂回を余儀なくし、配線の高密度化を妨げる問題がある。これに対して、本発明に係る配線基板部材を用いて多層配線基板を作製すれば、配線の迂回を回避することが容易である。
- [0035] 本発明は、以上説明してきた実施の形態に限定されるものではない。例えば、上述した配線基板部材10の製造方法(ステップ1)では、シリコン基板21の表面に金属マスク22を形成する場合を示したが、金属マスク22に代えて酸化シリコン膜(SiO₂膜)を形成し、これに所定の方法によってパターンを形成してもよい。そして、パターンングされたSiO₂膜を、シリコン基板21の結晶異方性エッチング処理(ステップ5)における

るマスクとして用いることができる。

[0036] また、上述した配線基板部材10の製造方法(ステップ8)では、絶縁層11としてレジスト膜を形成する場合について説明したが、絶縁層11としては多孔質SiO₂膜等のlow-k膜を形成してもよい。その場合は、low-k膜の表面に所定パターンのレジスト膜を形成し、そのレジスト膜をマスクとしてlow-k膜をエッチングやアッシング等によってパターニングし、その後レジスト膜を除去すればよい。